

## بررسی میزان تأثیر پارامترهای محیطی بر غلظت ذرات معلق و باکتری‌ها در هوای شهر اهواز طی فصول مختلف

فاطمه خدارحمی<sup>۱\*</sup>، غلامرضا گودرزی<sup>۲</sup>، عبدالرزاق هاشمی شهرکی<sup>۳</sup>، نادرعلی علوی بختیاروند<sup>۴</sup>، کامبیز احمدی انگالی<sup>۵</sup>، منصوره دهقانی<sup>۶</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط و عضو کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

<sup>۲</sup> استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط و عضو مرکز تحقیقات فناوری های نوین زیست محیطی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، عضو مرکز تحقیقات حفاظت در برابر آلاینده ها و پرتوهای یونیزان نورآباد ممسنی

<sup>۳</sup> استادیار گروه میکروبیولوژی و عضو مرکز تحقیقات بیماری های عفونی و گرمسیری دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

<sup>۴</sup> استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط و عضو مرکز تحقیقات فناوری های نوین زیست محیطی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

<sup>۵</sup> استادیار گروه آمار حیاتی و عضو مرکز تحقیقات فناوری های نوین زیست محیطی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

<sup>۶</sup> استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی شیراز

### چکیده

**سابقه و هدف:** ذرات معلق موجود در هوا به عنوان یک شاخص مهم از کیفیت هوای خارجی مورد توجه هستند. بسیاری از مشکلات بهداشتی وابسته با غلظت های بالای این ذرات بوده است. تماس با آلودگی ناشی از بيو آئروسولها تقريباً در زندگی شهری در سراسر جهان غیر قابل اجتناب است. تماس با میکروارگانیسم های هوای آزاد با دامنه وسیعی از اثرات مضر بر روی سلامتی مرتبط هست. این مطالعه با هدف اندازه گیری غلظت ذرات و غلظت باکتری ها و تأثیر پارامترهای محیطی بر غلظت باکتری ها در هوای شهر اهواز انجام گرفت.

**مواد و روش ها:** نمونه برداری از هوا برای تشخیص حضور باکتری ها توسط نمونه بردار میکروبی هوا (SKC, USA-۳۰-Quick Take) صورت گرفت. محیط کشت مورد استفاده محیط کشت (TSA) Tryptic Soy Agar بود که محیط کشت مخصوص برای باکتری ها است. کلنی های رشد یافته بر روی محیط کشت مغذی (TSA) به روش مستقیم و با استفاده از دستگاه کلنی کانتر شمارش شد و بر حسب واحد تشکیل کلنی بر متر مکعب (CFU/m<sup>۳</sup>) بیان شد.

**یافته ها:** میانگین غلظت ذرات PM<sub>۱۰</sub>، PM<sub>۲.۵</sub> و PM<sub>۱</sub> و در همه ایستگاه های نمونه برداری به ترتیب ۱۴۹/۳۵، ۴۶/۵۸ و ۲۵/۶ μg/m<sup>۳</sup> و غلظت کل باکتری ها ۴۴۶/۶۷ CFU/m<sup>۳</sup> بود. بیشترین غلظت باکتری ها در دی ماه و کمترین میزان غلظت باکتری ها در بهمن ماه مشاهده گردید.

**نتیجه گیری:** هر چه محیط دارای تراکم جمعیتی بیشتر و ترافیک شدید تر و پوشش گیاهی کمتر باشد غلظت باکتری ها در آن محیط بیشتر است که این غلظت باکتری ها با دمای محیط و شاخص UV محیط رابطه معکوس دارد.

**کلمات کلیدی:** آلودگی هوا، ذرات معلق، بيو آئروسول، باکتری، اهواز

### مقدمه

می باشد. ذرات معلق می توانند طی فرآیندهای مختلف تولید شده و گروه های مخلوط از آلاینده های هوا را به وجود آورند. منابع ذرات اتمسفری به دو دسته منابع محیطی بیرونی و منابع داخلی تقسیم بندی می شوند. از منابع محیطی بیرونی می توان به وسائط نقلیه، فرایندهای احتراق صنعتی و فرسایش و از منابع داخلی می توان به دود سیگار، فرایندهای احتراق در منازل

امروزه یکی از بزرگترین مشکلات آلودگی هوا در کلان شهرهای بزرگ، ذرات معلق (PM<sup>۱</sup>) ناشی از تردد خودروها، ترافیک سنگین جاده ای و همچنین فعالیت های صنعتی مختلف

آدرس نویسنده مسئول: گروه مهندسی بهداشت محیط - دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

Email : rgoodarzy@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۰۶/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۹/۱

(به عنوان مثال برای گرم کردن یا پخت و پز)، حیوانات اهلی و فعالیت های انسان در منزل اشاره کرد (۶). تحقیقات علمی انجام گرفته طی دو دهه ی اخیر، نشان داده است که ذرات از آلاینده های اصلی از دیدگاه مخاطرات بهداشت عمومی و سلامتی می باشد. سازمان جهانی بهداشت (WHO) برآورد نموده است که سالیانه ۵۰۰۰۰۰ نفر بر اثر مواجهه با ذرات معلق هوا برد موجود در هوای آزاد دچار مرگ زودرس می شوند. ذرات معلق دارای قطر آئرو دینامیکی برابر یا کمتر از ده میکرون به علت توانایی نفوذ به داخل آلئولهای ریوی دارای بیشترین اثرات بهداشتی بوده و خود به دو دسته درشت (۱۰-۲/۵ میکرون) و ریز (کمتر از ۲/۵ میکرون) تقسیم می شوند. ذرات درشت که قطری بیش از ۲/۵ میکرون دارند توسط فرایند های مکانیکی از جمله تعلیق مجدد گردو غبار و خرد و فرسوده شدن اجسام و مواد حاصل می شود. طبق مطالعات ثابت شده است که مواجهه با ذرات در اندازه های مختلف باعث افزایش خطر بیماری های قلبی (CVD) و مشکلات تنفسی و ریوی می شود، ذرات خطر مرگ تنفسی را افزایش داده، بر عملکرد شش ها تأثیر گذاشته، آسم را تشدید نموده و باعث بروز دیگر علائم تنفسی مثل سرفه و برونشیت می شود، ضمن اینکه این ذرات میزان ابتلاء به دیگر بیماری های تنفسی را هم افزایش می دهد. مواجهه با آلودگی هوای ناشی از ذرات همراه با واکنش های خودبه خودی قلب مثل افزایش ضربان قلب، کاهش میزان انعطاف پذیری قلب و افزایش بی نظمی های قلبی می باشد. انجمن مطالعات سرطان کشور آمریکا در یک مطالعه گروهی یا کوهورت با ۵۵۲۰۰۰ افراد مشارکت کننده که به مدت ۱۶ سال پیگیری شده بودند دریافتند که هر ۱۰ میکروگرم بر متر مکعب افزایش در غلظت  $PM_{2.5}$  مرگ و میر ناشی از بیماری های قلبی-عروقی را ۱۸-۸ درصد افزایش می دهد. در طی چند سال گذشته غلظت های  $PM_{2.5}$  و  $PM_{10}$  در طی طوفان های گردو غبار آسیا (ADS) بالا بوده است. ذرات ریز ( $PM_{2.5}$ ) هم در هوای بیرونی و هم داخل، اثرات جدی تر در سلامتی دارند به علت اینکه راحت تر به داخل ریه نفوذ می کنند (۵، ۶، ۱۱، ۱۳، ۱۶). گرد و غبار از بیابان های خشک و نیمه خشک سرچشمه می گیرد. منابع گرد

1- Cardio Vascular Diseases

2- Asian Dust Storms

و غبار ورودی به خوزستان در کشور عراق و عربستان واقع شده است. فراوانی وقوع پدیده گرد و غبار که از سال ۸۰ شدید تر شده است به این گونه بوده است که در سال ۸۱؛ ۱۰ نوبت؛ در سال ۸۲؛ ۱۱ نوبت؛ در سال ۸۳؛ ۹ نوبت؛ در سال ۸۴؛ ۱۲ نوبت؛ در سال ۸۵؛ ۱۹ نوبت؛ در سال ۸۶؛ ۳۱ نوبت؛ در سال ۸۷؛ ۵۵ نوبت و در سال ۸۸؛ ۳۰ نوبت در خوزستان این پدیده اتفاق افتاده است (۱۹). بیوائروسها حدود ۲۵ درصد حجمی ذرات منتقله توسط هوا را تشکیل می دهند. اغلب آن ها از منابع طبیعی مانند خاک ها، دریاها، حیوانات و انسان ها ناشی می شوند. به علاوه فعالیت های کشاورزی، عملیات های صنعتی مانند تصفیه فاضلاب، فرایندهای تخمیری، پردازش مواد غذایی و همچنین واحدهای مراقبت از سلامتی و بهداشت میکروارگانیسم ها را به هوا آزاد و رها می کنند. تماس با آلودگی ناشی از بیوائروسها تقریباً در زندگی شهری در سراسر جهان غیر قابل اجتناب است. میکروارگانیسم های منتقله از هوا در فساد مواد غذایی، آسیب به کتاب ها و مواد بایگانی شده، زوال و تخریب زیستی سنگ ها و انتشار بیماری های گیاهان و حیوانات نقش دارند. تماس با میکروارگانیسم های هوای آزاد با دامنه وسیعی از اثرات مضر بر روی سلامتی از قبیل افزایش شیوع اپیدمی ها، آلودگی مواد غذایی، از بین رفتن مواد دارویی و بهداشتی، بیماری های عفونی مسری، اثرات سمی حاد، آلرژی ها و سرطان ها مرتبط هست که متعاقباً تأثیر مستقیمی بر روی اقتصاد دارد. اگرچه بیوائروسها می توانند از طریق تماس پوستی و یا بلع همراه مواد غذایی وارد بدن شوند و اثرات مضر بهداشتی پدید آورند اما مهم ترین راه ورود بیوائروسها به بدن از طریق تنفس می باشد (۴، ۷، ۱۰، ۱۴، ۱۷). مطالعات نشان می دهد که میکروب ها و بویژه اکتینومیست ها در شمال شرق آسیا از طریق گرد و غبار به صورت بیوائروس منتقل شده اند. این عوامل میکروبی دارای تنوع زیادی بوده و در بعضی از موارد برای مثال در کشور کره جنوبی باعث افزایش مرگ و میر به میزان ۱/۷٪ شده است (۱۵). استنشاق و بلع ذرات گرد و خاک و آئروسل های حاوی باکتری و یا آب آلوده مهم ترین راه ورود، کلونیزه شدن و در نهایت ایجاد بیماری توسط اکتینومیست های هوازی به صورت فرصت طلب می باشد (۱۲). با توجه به اینکه اغلب مطالعات انجام گرفته و چاپ شده بیشتر بر روی بیوائروسهای هوای

محیط داخلی یا هوای محیط خارجی یک منبع انتشار خاص مانند مزارع برنج، محل های دفع زباله و محل های زباله سوزی (۹) انجام گرفته است و در داخل کشور هیچ گونه مطالعه ای بر روی بیو آئروسول های هوا برد در هوای محیط های شهری صورت نگرفته است این مطالعه انجام شد. هدف این مطالعه اندازه گیری غلظت ذرات  $PM_{10}$ ،  $PM_{2.5}$  و  $PM_1$  و غلظت باکتری ها در هوای شهر اهواز در شرایط عادی و گرد و غباری و تعیین ارتباط بین غلظت ذرات و باکتری ها و پارامترهای محیطی مانند درجه حرارت، رطوبت نسبی و میزان اشعه UV است.

## مواد و روش ها

**توصیف محل:** شهر اهواز مرکز استان خوزستان، یکی از کلان شهرهای ایران است. این شهر که در بخش مرکزی شهرستان اهواز قرار دارد، در موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی در بخش جلگه ای خوزستان و با ارتفاع ۱۸ متر از سطح دریا واقع می باشد. وجود کارخانجات بزرگ صنعتی، تأسیسات اداری و صنعتی، شرکت مناطق نفت خیز جنوب، شرکت ملی حفاری ایران، لوله سازی، کربن بلک، نورد لوله، فولاد اکسین و فولاد خوزستان اهواز را به یکی از مهم ترین مراکز صنعتی ایران تبدیل کرده و همین امر سبب شده که مهاجران بسیاری به این شهر روی آورند. در این مطالعه برای بررسی و اندازه گیری ذرات و باکتری های هوا برد در شهر اهواز، ۴ ایستگاه سنجش، که مطابق ایستگاه های محیط زیست بود انتخاب گردید که این ایستگاه ها عبارتند از محیط زیست، دانشکده بهداشت قدیم، نادری و هواشناسی. بدیهی است انتخاب ایستگاه ها از سوی سازمان حفاظت محیط زیست و بر اساس معیارهای EPA بوده است.

**روش نمونه برداری:** نمونه برداری از هوا برای تشخیص حضور باکتری ها توسط نمونه بردار میکروبی هوا (Quick Take-SK, USA, ۳۰) در فاصله ای ۲-۱/۵ متر از سطح زمین که معمولاً بیشترین تراکم میکروبی را دارد و ارتفاع تنفسی افراد محسوب می شود صورت گرفت. زمان نمونه برداری و میزان جریان نمونه برداری به ترتیب برابر با ۱۵ دقیقه و ۴/۳ L/min بود. نمونه برداری از هوا به روش Air trapping به داخل پلیت صورت گرفت. با توجه به پروژه های قبلی و نیل به این نکته که

گرد و غبار های پائیزی آلودگی بیشتری دارند لذا نمونه برداری از اواسط پاییز تا اواسط بهار هر ۶ روز یک بار بر اساس استاندارد (EPA) و رعایت فاصله دو برابر از موانع و فاصله از خیابان ( $>20$ ) انجام شد. زمان نمونه برداری در شرایط عادی، صبح از ساعت ۹-۱۲ و بعد از ظهر از ساعت ۱۸-۱۴ لحاظ گردید و در هر بار با لحاظ دو تکرار نسبت به برداشت نمونه اقدام شد. در زمان نمونه برداری همچنین پارامترهای دما، رطوبت و  $UV_{index}$  برای شهر اهواز از طریق سایت (WWW.MSN.COM) و یا نرم افزار Weather Channel ساعت به ساعت قرائت و ثبت شد. محیط کشت مورد استفاده محیط کشت Tryptic Soy Agar (TSA) بود که محیط کشت مخصوص برای باکتری ها است. در محل نمونه برداری پلیت های استریل حاوی محیط کشت در داخل دستگاه قرار گرفته و پس از هر نمونه برداری، پلیت های TSA مورد استفاده به آزمایشگاه منتقل شده و به مدت ۲۴ تا ۷۲ ساعت برای رشد و ظهور کلنی در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. کلنی های رشد یافته بر روی محیط کشت مغذی (TSA) به روش مستقیم و با استفاده از دستگاه کلنی کانتور مورد شمارش و ارزیابی ماکروسکوپی قرار گرفتند و بر حسب واحد تشکیل کلنی بر متر مکعب ( $CFU/m^3$ ) بیان شدند.

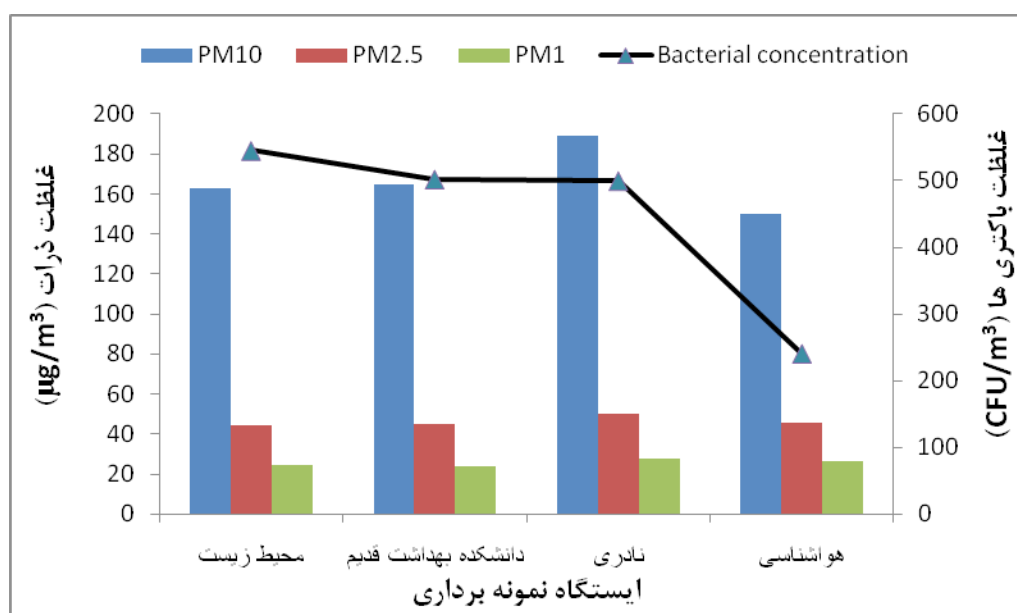
## یافته ها

**غلظت کلی ذرات و باکتری ها:** در این مطالعه توزیع غلظت ذرات و باکتری های هوا برد در طی ماه های آبان ۱۳۹۰ تا اردیبهشت ۱۳۹۱ در شهر اهواز در شرایط عادی و غیر گردو غباری بررسی گردید. میانگین غلظت ذرات  $PM_{10}$ ،  $PM_{2.5}$  و  $PM_1$  در همه ایستگاه های نمونه برداری به ترتیب ۱۴۹/۳۵، ۴۶/۵۸ و  $25/6 \mu g/m^3$  و غلظت کل باکتری ها  $446/67 CFU/m^3$  بود.

**غلظت محلی:** توزیع غلظت ذرات  $PM_{10}$ ،  $PM_{2.5}$  و  $PM_1$  و غلظت باکتری ها در ۴ ایستگاه انتخاب شده که شامل ایستگاه های محیط زیست، دانشکده بهداشت قدیم، نادری و هواشناسی بود بررسی شد. میانگین غلظت ذرات  $PM_{10}$ ،  $PM_{2.5}$  و  $PM_1$  و غلظت باکتری ها در جدول ۱ نمایش داده شده است. برای مقایسه ساده تر و بهتر اطلاعات جدول به صورت شماتیک در شکل ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- میانگین غلظت ذرات  $PM_{10}$ ،  $PM_{2.5}$ ،  $PM_1$  و غلظت باکتری ها در چهار ایستگاه نمونه برداری

| نام ایستگاه         | میانگین غلظت ذرات ۱۰ میکرون ( $\mu g/m^3$ ) | میانگین غلظت ذرات ۲/۵ میکرون ( $\mu g/m^3$ ) | میانگین غلظت ذرات ۱ میکرون ( $\mu g/m^3$ ) | میانگین غلظت باکتری ها ( $CFU/m^3$ ) |
|---------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------|
| محیط زیست           | ۱۶۲/۸۲                                      | ۴۴/۳۱                                        | ۲۴/۶۷                                      | ۵۵۴/۲۸                               |
| دانشکده بهداشت قدیم | ۱۶۴/۷۲                                      | ۴۵/۲۴                                        | ۲۳/۸۹                                      | ۵۰۲/۳۳                               |
| نادری               | ۱۸۹/۲۹                                      | ۵۰                                           | ۲۷/۸                                       | ۶۰۶/۰۶                               |
| هواشناسی            | ۱۴۹/۷                                       | ۴۵/۷                                         | ۲۶/۴۷                                      | ۲۴۱                                  |

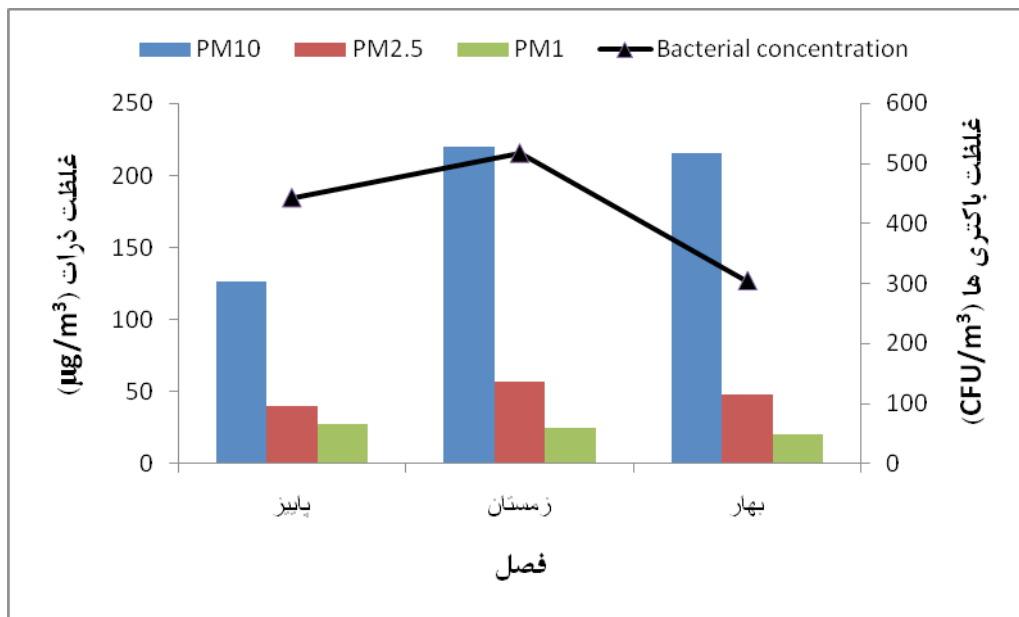


شکل ۱- میانگین غلظت ذرات  $PM_{10}$ ،  $PM_{2.5}$ ،  $PM_1$  و غلظت باکتری ها در چهار ایستگاه نمونه برداری

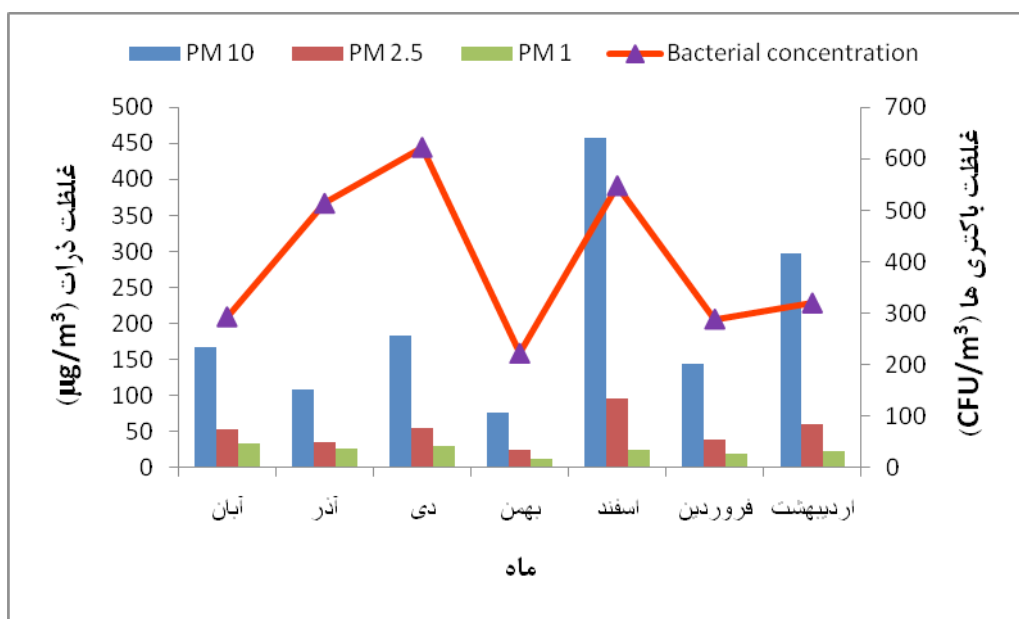
**غلظت فصلی:** توزیع غلظت ذرات  $PM_{10}$ ،  $PM_{2.5}$ ،  $PM_1$  و غلظت باکتری های هوا برد در سه فصل پاییز، زمستان و بهار بررسی شد که میانگین غلظت ذرات و باکتری ها در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- میانگین غلظت ذرات  $PM_{10}$ ،  $PM_{2.5}$ ،  $PM_1$  غلظت باکتری ها و شرایط محیطی در فصول مختلف

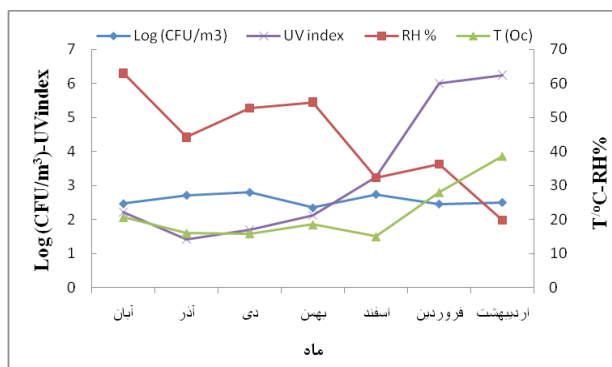
| فصل    | میانگین غلظت ذرات ۱۰ میکرون ( $\mu g/m^3$ ) | میانگین غلظت ذرات ۵ میکرون ( $\mu g/m^3$ ) | میانگین غلظت ذرات ۱ میکرون ( $\mu g/m^3$ ) | میانگین غلظت باکتری ها ( $CFU/m^3$ ) | میانگین دما ( $^{\circ}C$ ) | رطوبت نسبی (%) |
|--------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|----------------|
| پاییز  | ۱۲۶/۷۳۸                                     | ۴۰/۰۵۱                                     | ۲۷/۷۵۲                                     | ۴۴۳                                  | ۱۷/۵                        | ۵۰/۲۷          |
| زمستان | ۲۲۰/۱۲۵                                     | ۵۶/۵                                       | ۲۴/۳۷                                      | ۵۱۷                                  | ۱۶/۲۷                       | ۴۸/۶۱          |
| بهار   | ۲۱۵/۱۶۴                                     | ۴۸/۳۵۴                                     | ۲۰/۳۴                                      | ۳۰۴                                  | ۳۳/۳۱                       | ۲۸             |



**غلظت ماهیانه:** غلظت ماهیانه ذرات PM<sub>1</sub>، PM<sub>2.5</sub>، PM<sub>10</sub> و غلظت باکتری‌ها در شکل شماره ۳ آورده شده است. بیشترین غلظت باکتری‌ها در ماه‌های دی و اسفند مشاهده شد و کم‌ترین میزان غلظت باکتری‌ها در ماه‌های آبان و بهمن مشاهده گردید. غلظت ذرات PM<sub>10</sub> هم در ماه اسفند در مقایسه با دیگر ماه‌ها دارای بیشترین مقدار می‌باشد.



شکل ۳- روند تغییرات میانگین غلظت ذرات PM<sub>1</sub>، PM<sub>2.5</sub>، PM<sub>10</sub> و غلظت باکتری‌ها در ماه‌های مختلف



شکل ۴- روند تغییرات غلظت باکتری‌ها و پارامترهای محیطی (دما، رطوبت نسبی و شاخص UV)

**بحث:** در چند دهه گذشته مطالعات گوناگونی غلظت باکتری‌ها و قارچ‌ها را در محیط‌های مختلف مورد بررسی قرار داده‌اند (۱، ۲، ۱۸). در این مطالعه غلظت ذرات قابل استنشاق و غلظت باکتری‌ها و تأثیر فاکتورهای محیطی بر غلظت باکتری‌ها در هوای شهر اهواز بررسی شد. همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شده است در میانگین غلظت ذرات  $PM_{10}$ ،  $PM_{2.5}$  در هر ۴ ایستگاه محیط زیست، ایستگاه دانشکده بهداشت قدیم، ایستگاه نادری و ایستگاه هواشناسی تفاوت چشمگیر و قابل ملاحظه‌ای مشاهده نمی‌شود هر چند که در ایستگاه نادری مقادیر غلظت‌ها بزرگ‌تر از ایستگاه‌های دیگر است که این ناشی از شلوغی این منطقه از شهر اهواز و ترافیک شدید حاکم بر آن دارد. اما میانگین غلظت ذرات  $PM_{10}$  و غلظت باکتری‌ها اگرچه در سه ایستگاه محیط زیست، دانشکده بهداشت قدیم و نادری دارای تفاوت چشمگیر و قابل ملاحظه با هم نیستند اما با ایستگاه هواشناسی دارای تفاوت قابل ملاحظه هستند که این مورد را می‌توان به شرایط خاص ایستگاه هواشناسی از قبیل عدم شلوغی و تراکم شدید، وجود پوشش گیاهی در آن منطقه نسبت داد در مطالعات مشابهی که در سایر مناطق دنیا انجام شد اشاره شده است که هر چه منطقه دارای تراکم کمتر، صنایع کمتر، ترافیک کمتری باشد میانگین غلظت ذرات  $PM_{10}$  و غلظت باکتری‌ها در آن منطقه کمتر می‌باشد. زیرا ارتباط مثبتی بین فعالیت‌های انسانی، تراکم وسائط نقلیه و تراکم جمعیت با افزایش ذرات ریز خاک، گرد و غبار و دود در هوا وجود دارد که باعث چسبیده شدن باکتری‌ها به آن‌ها می‌شود و متعاقباً غلظت آن‌ها در هوا افزایش پیدا می‌کند. علاوه بر این وجود پوشش

تأثیر دمای محیط، رطوبت نسبی (RH) و شاخص UV بر روی غلظت باکتری‌ها: دما و رطوبت نسبی دو پارامتر مهم زیست محیطی هستند که بر روی زنده ماندن بيو آئروسول‌ها در محیط تأثیر گذار هستند (۲۲). تغییرات ماهیانه غلظت باکتری‌های منتقله توسط هوا و پارامترهای محیطی در شکل ۴ نشان داده شده است. میانگین سطح رطوبت نسبی کمتر از ۴۷٪ بود و محدوده درجه حرارت ۴۱-۲ با میانگین کل ۱۹/۴ بود. شاخص UV نیز دارای نوسانات زیادی بود و مقدار آن بین ۹-۰ متغیر بود. حداکثر درجه حرارت و رطوبت نسبی به ترتیب در ماه‌های اردیبهشت و آبان بود. ضرایب همبستگی پیرسون برای غلظت باکتری ( $CFU/m^3$ )، درجه حرارت، رطوبت نسبی و شاخص UV انجام شد. مقادیر ضرایب همبستگی در جدول ۳ آورده شده است. روند تغییرات غلظت باکتری‌ها، دمای محیط، رطوبت نسبی و شاخص UV در طی ماه‌های نمونه برداری در شکل ۴ نمایش داده شده است.

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین غلظت باکتری‌ها و پارامترهای محیطی

| شاخص UV                   | رطوبت نسبی (%)      | دما ( $^{\circ}C$ ) | غلظت باکتری ( $CFU/m^3$ ) |         |         |
|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|---------|---------|
| غلظت باکتری ( $CFU/m^3$ ) | Pearson Correlation | 1                   | -.266**                   | -.017   | -.204*  |
|                           | Sig. (2-tailed)     |                     | .005                      | .856    | .031    |
|                           | N                   | 111                 | 111                       | 111     | 111     |
|                           |                     |                     |                           |         |         |
| دما ( $^{\circ}C$ )       | Pearson Correlation | 1                   | -.266**                   | -.482** | .729**  |
|                           | Sig. (2-tailed)     |                     | .005                      | .000    | .000    |
|                           | N                   | 111                 | 111                       | 111     | 111     |
|                           |                     |                     |                           |         |         |
| رطوبت نسبی (%)            | Pearson Correlation | 1                   | -.482**                   | -.017   | -.405** |
|                           | Sig. (2-tailed)     |                     | .000                      | .856    | .000    |
|                           | N                   | 111                 | 111                       | 111     | 111     |
|                           |                     |                     |                           |         |         |
| شاخص UV                   | Pearson Correlation | 1                   | .729**                    | -.405** | -.204*  |
|                           | Sig. (2-tailed)     |                     | .000                      | .000    | .031    |
|                           | N                   | 111                 | 111                       | 111     | 111     |
|                           |                     |                     |                           |         |         |

\*\*Correlation is significant at the .01 level (2-tailed).

\*Correlation is significant at the .05 level (2-tailed).

گیاهی در یک منطقه نه تنها باعث کاهش باکتری‌ها در هوا می‌شود بلکه با تولید ترکیبات فرار که خاصیت گندزدایی دارد سبب از بین رفتن باکتری‌ها نیز می‌شوند (۴، ۲۰). همان‌طور که در جدول نشان داده شده است میانگین غلظت باکتری‌ها ( $\text{CFU}/\text{m}^3$ ) در فصل زمستان دارای حداکثر مقدار و در فصل بهار دارای حداقل مقدار می‌باشد. می‌توان این‌گونه استنباط کرد که در فصل زمستان به دلیل کمتر بودن دمای هوا و تابش کمتر نور خورشید که خود دارای اشعه ماوراء بنفش می‌باشد و این اشعه خاصیت گندزدایی و میکروب کشی دارد غلظت باکتری‌ها در این فصل بیشتر از دو فصل دیگر است. در فصل بهار نیز به دلیل افزایش درجه حرارت و افزایش تابش اشعه خورشید و متعاقب آن افزایش اشعه ماوراء بنفش غلظت باکتری‌ها در هوای شهر اهواز در این فصل کاهش یافته است. در مطالعاتی که در دیگر نقاط دنیا انجام شد نیز ذکر شده است که هر چه دمای هوا افزایش پیدا کند و میزان اشعه UV بیشتر باشد غلظت باکتری‌ها در هوای آزاد کاهش پیدا می‌کند (۱۷). در طی دوره نمونه برداری تغییرات قابل توجهی در مقادیر دمای محیط و رطوبت نسبی مشاهده شد. مطالعات قبلی نشان داد که به طور کلی دمای بالای ۲۴ درجه سانتی‌گراد زمان زنده ماندن باکتری‌ها را کاهش می‌دهد. که این برای اعضای خانواده گرم مثبت، گرم منفی و باکتری‌های داخل یاخته‌ای مانند سودوموناس (۸)، پاستورلا (۳)، سالمونلا و اشریشیا (۲۱) مشاهده شده است. تأثیر رطوبت نسبی بسیار پیچیده است و همراه با شرایط آزمایشات تأثیر زیادی بر روی نتایج آزمایشات دارد. در مطالعات انجام شده بر روی باکتری‌های گرم منفی هوابرد مانند اشریشیا کلی، سالمونلا دربی و سودوموناس آئروژینوزا مشخص شد که میزان مرگ در رطوبت نسبی متوسط (تقریباً ۷۰-۵۰٪) تا بالا (۹۰-۷۰٪) افزایش یافته است. برای بعضی باکتری‌های گرم مثبت مانند استرپتوکوکوس همالیسیکوس، باسیلوس سوبتیلیس و استرپتوکوکوس پنومونیا (نوع ۱) میزان مرگ آن‌ها در میزان رطوبت نسبی در حد متوسط به شدت افزایش یافت (۲۱). در این مطالعه بر اساس ضرایب همبستگی محاسبه شده (جدول ۳) بین غلظت باکتری‌ها و دما ( $R^2 = 0.266$  و  $P_{\text{value}} = 0.005$ ) و غلظت باکتری‌ها و شاخص UV ( $R^2 = 0.204$  و  $P_{\text{value}} = 0.031$ ) ارتباط معنی دار و معکوس وجود دارد یعنی با افزایش

دما و شاخص UV مقدار غلظت باکتری‌ها در هوا کاهش پیدا می‌کند. بین غلظت باکتری‌ها و رطوبت نسبی ( $R^2 = 0.17$  و  $P_{\text{value}} = 0.856$ ) ارتباط معنی داری وجود نداشت.

**نتیجه گیری:** تماس با میکروارگانیسم‌های هوای آزاد با دامنه وسیعی از اثرات مضر بر روی سلامتی از قبیل افزایش شیوع اپیدمی‌ها، آلودگی مواد غذایی، از بین رفتن مواد دارویی و بهداشتی، بیماری‌های عفونی مسری، اثرات سمی حاد، آلرژی‌ها و سرطان‌ها مرتبط هست. به همین دلایل غلظت ذرات قابل تنفس ( $\text{PM}_{10}$ ،  $\text{PM}_{2.5}$  و  $\text{PM}_1$ ) و غلظت باکتری‌های هوا برد در هوای شهر اهواز در ایستگاه‌های مختلف مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. در میانگین غلظت ذرات  $\text{PM}_{2.5}$  و  $\text{PM}_1$  در ایستگاه‌های محیط زیست، دانشکده بهداشت قدیم و نادری تفاوت چشمگیر و قابل ملاحظه‌ای مشاهده نمی‌شود اما با ایستگاه هواشناسی دارای تفاوت قابل ملاحظه هستند. بیشترین غلظت باکتری‌ها در دی ماه و کم‌ترین میزان غلظت باکتری‌ها در بهمن ماه مشاهده گردید. بر اساس ضرایب همبستگی محاسبه شده بین غلظت باکتری‌ها و دما، غلظت باکتری‌ها و شاخص UV ارتباط معنی دار و معکوس وجود دارد اما بین غلظت باکتری‌ها و رطوبت نسبی ارتباط معنی داری وجود نداشت.

## تشکر و قدردانی

این مطالعه حاصل طرح تحقیقاتی مصوب معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز می‌باشد. نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از مسئولین و کارشناسان محترم این حوزه، دانشکده بهداشت و همه کسانی که در اجرای این تحقیق همکاری نمودند اعلام می‌نمایند.

- (1) Adhikari A, Sen M, Gupta-Bhattacharya S, Chanda S. Airborne Viable, Non-Viable, and Allergenic Fungi in a Rural Agricultural Area of India: a 2-Year Study at Five Outdoor Sampling Stations. *Sci Total Environ*. 2004; 326: 123–141
- (2) Bovallius A, Bucht B, Roffey R, Anas P. Three-Year Investigation of the Natural Airborne Bacterial Flora at Four Localities in Sweden. *Appl Environ Microbiol*. 1978; 35: 847–852
- (3) Ehrlich R, Miller S. Survival of Airborne *Pasteurella Tularensis* at Different Atmospheric Temperatures. *Appl Microbiol*. 1973; 25: 369–372
- (4) Fang Z, Ouyang Z, Zheng H, Wang X, Hu L. Culturable Airborne Bacteria in Outdoor Environments in Beijing, China. *Microbial Ecology*. 2007; 54: 487–496
- (5) Fromme H, Diemer J, Dietrich S, Cyrus J, Heinrich J, et al. Chemical and Morphological Properties of Particulate Matter (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) in School Classrooms and Outdoor Air. *Atmospheric Environment*. 2008; 42: 6597–6605
- (6) Gauvin S, Reungoat P, Cassadou S, Déchenaux J, Momas I, et al. Contribution of Indoor and Outdoor Environments to PM<sub>2.5</sub> Personal Exposure of Children—VESTA Study. *Sci Total Environmen*. 2002; 297: 175–181
- (7) Hameed AAA, Khoder MI, Yuosra S, Osman AM, Ghanem S. Diurnal Distribution of Airborne Bacteria and Fungi in the Atmosphere of Helwan Area, Egypt. *Sci Environmen*. 2009; 407: 6217–6222
- (8) Handley BA, Webster AJ. Some Factors Affecting Airborne Survival of *Pseudomonas Fluorescens* Indoors. *J Appl Bacteriol*. 1993; 75: 35–42
- (9) Heo Y, Park J, Lim S-i, Hur H-g, Kim D, Park K. Size-Resolved Culturable Airborne Bacteria Sampled in Rice Field, Sanitary Landfill, and Waste Incineration Sites. *J Environmen Monit*. 2010; 12: 1619–1624
- (10) Kima K-Y, Kimb H-T, Kimc D, Nakajimad J, Higuchid T. Distribution Characteristics of Airborne Bacteria and Fungi in the Feedstuff-Manufacturing Factories. *J Hazard Mater*. 2009; 169: 1054–1060
- (11) Kuo H-W, Shen H-Y. Indoor and Outdoor PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> Concentrations in the Air During a Dust Storm. *Build Environmen*. 2010; 45: 610–614
- (12) Mcneil M, Brown J. The Medically Iimportant Aerobic Actinomycetes: Epidemiology and Microbiology *Clinmicrobiol Rev*. 1994; 7: 357–417
- (13) Meng QY, Spector D, Colome S, Turpin B. Determinants of Indoor and Personal Exposure to PM<sub>2.5</sub> of Indoor and Outdoor Origin During the RIOPA Study. *Atmospheric Environment*. 2009; 43: 5750–5758
- (14) mouli PC, mohan SV, reddy SJ. Assessment of Microbial (Bacteria) Concentrations of Ambient Air at Semi-arid Urban Region: Influence of Meteorological Factors. *Appl Ecology Environmen Research*. 2005; 3: 139–149.
- (15) Ngoc-phuc H, Fumihisa K, I Y, Guang-Yu S, Takeshi N. Detailed Identification of Desert-Originated Bacteria Carried by Asian Dust Storms to Japan. *Aerobiologia*. 2007; 23: 291–298
- (16) Polichetti G, Cocco S, Spinali A, Trimarco V, Nunziata A. Effects of Particulate Matter (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>1</sub>) on the Cardiovascular System. *Toxicology*. 2009; 261: 1–8
- (17) Raisi L, Lazaridis M, Katsivela E. Relationship Between Airborne Microbial and Particulate Matter Concentrations in the Ambient Air at a Mediterranean Site. *Global NEST Journal*. 2010; 12: 84–91
- (18) Shelton B, Kirkland K, Flanders W, Morris G. Profiles of Airborne Fungi in Buildings and Outdoor Environments in the United States. *Appl Environ Microbiol*. 2002; 68: 1743–1753
- (19) Soleimani Z, Goudarzi G, Naddafi K, Sadeghinejad B, Latifi S, et al. Determination of Culturable Indoor Airborne Fungi During Normal and Dust Event Days in Ahvaz, Iran. *Aerobiologia*. 2012: 1–12
- (20) Song L, Song W, Shi W. Study on Airborne Bacteria Pollution in Shanghai. *Shanghai Environ Sci*. 1999; 18: 258–260
- (21) Tang JW. The Effect of Environmental Parameters on the Survival of Airborne Infectious Agents. *J R Soc Interface*. 2009; 6: S737–S746
- (22) Zhu H, Phelan P, Duan i, Raupp G, Fernando HJS. Characterizations and Relationships Between Outdoor and Indoor Bioaerosols in an Office Building. *China Particuology*. 2003; 1: 119–123